



Başvuru Tarihi (Received Date): 25.03.2021

Kabul Tarihi (Accepted Date): 02.07.2021

Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi / Research Article

doi: 10.52848/ijls.903221

Kaynakça Gösterimi: Sünel, N., & Akdeniz, G. (2021). Türkiye'de fizik araştırma grupları arasında yükselen rekabet. *Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama*, 4(2), 151-162. doi: 10.52848/ijls.903221

Citation Information: Sünel, N., & Akdeniz, G. (2021). Rising competition between physics research groups in Turkey. *International Journal of Leadership Studies: Theory and Practice*, 4(2), 151-162. doi: 10.52848/ijls.903221

TÜRKİYE'DE FİZİK ARAŞTIRMA GRUPLARI ARASINDA YÜKSELEN REKABET

Naci SÜNEL¹ & Gediz AKDENİZ²

Öz

Geçen yüzyıldan bugüne bilimin sağlıklı gelişimi ve dönüşümü üzerine birçok tartışma yapılmaktadır. 2019 yılında bilim sosyologları tarafından yapılan ilginç bir araştırma, bu tartışmalardan farklı olarak konuya yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bu çalışmada, Türk Fizik Derneğinin kongre özet kitapçıklarının tamamı (43 yılda 12,287 bildiri) yıllara ve yazar sayılarına göre taradık. Tarama sonunda elde edilen veriler, 2019 yılında Nature'da yayınlanan makalede öne sürülen, yeni bakış açısına göre değerlendirildi. Değerlendirme sonucuna göre Türkiye'de fizik araştırmalarında az sayıda üyesi olan, araştırma gruplarının sayısında yıllara göre azalma olduğu tespit edildi. Türk Fizik Dünyasında az sayıda üyesi olan araştırma grupları ile çok sayıda üyesi olan araştırma grupları arasındaki dengenin bozulmasının nedenleri ve bu dengesizliğin gelecekte, Türkiye'de fizik araştırma ekolojisinin özgünlüğüne olabilecek etkileri tartışıldı.

Anahtar Kelimeler: Bilim Sosyolojisi, Türk Fizik Derneği, Büyük Grup, Küçük Grup, Rekabet.

Rising Competition between Physics Research Groups in Turkey

Abstract

Since the last century, there have been many discussions on the healthy development and transformation of science. An interesting research conducted by the sociologists of science in 2019, unlike these discussions, brought in through a new perspective on the subject. In this study, all of the congress abstract booklets of Turkish Physical Society (12,287 papers in 43 years) were searched by years and number of authors and necessary data were obtained. And these data were evaluated according to the new perspective presented in the article published in Nature. Accordingly, the number of research groups with small number of researchers was found to be decreased over the years in physics research in Turkey. Based on the result, the reason behind the deterioration of the balance between the small and large research groups in Turkish Physics world and the possible impact of the emerging disparity on the future Turkish physics research ecology have been discussed.

Keywords: Sociology of Science, Turkish Physical Society, Large Teams, Small Teams, Competition.

Giriş

Geçen yüzyılda bilimin nasıl sağlıklı gelişebileceği üzerine önemli tartışmalar yapıldığı bilinmektedir. Bunlar arasında en dikkati çekenin Karl Popper ve Thomas Kuhn'un önerilerindeki farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Viyana ekolüne bağlı Popper, bir kuramın doğru olduğunun

¹ Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Fakültesi, E-posta: nsunel@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6191-3570.

² Prof. Dr. (Emekli Öğr. Üyesi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, E-posta: gagah@yahoo.com, ORCID: 0000-0003-0357-9743.

ispatlanması yerine yanlış olmadığı kanıtlanamadığı sürece doğru kabul edilmesi mantığını getirmiştir (Popper, 2018). Yirminci yüzyılın ilk yarısında Popper'in ses getiren "yanlışlamacılık" önerisi bilimin sağlıklı gelişmesi için gerekli dönüm noktalarından birisi olmuştur. Modernitenin klasik dönemindeki doğrulamacılık tekniğinde kuram mutlak ve tek kabul edilirken, yanlışlamacılık mantığının bir sonucu olarak modernitenin çağdaş döneminde kuram mutlak ve tek değildir. Kuramın bu biçimde yeniden anlamlandırılışı devrimsel bir dönüşümdür.

Stalin döneminde 1936 yılında idam edilen Rus fizikçisi Boris Hessen'in bu bağlamda bilim sosyolojisine yaptığı değerli katkıları unutulmamalıdır. Örneğin Hessen, 1931 yılında Londra'da bir sempozyumdaki "Newton'un Principia'sının Toplumsal ve Ekonomik Kökenleri" başlıklı Marksist temele dayanan sunumunda (Hessen, 2016) "bilimsel bilgi üretimi toplumsal kurumlarca sadece desteklenmez ya da engellenmez. Bunların daha da ötesinde toplumsal ve ekonomik koşullarla yönlendirilir ve bu yönlendirme aynı zamanda da bilimsel bilginin varlık koşuludur" biçiminde tarihselci bir iddiada bulunmuştur (Anlı, 2013). Diğer bir bilim felsefecisi olan Harvard'lı Kuhn ise (Kuhn, 1991), bilimde gelişmenin, bilgi birikiminin sürekli elde edilmesiyle olamayacağını, bilimin bu şekilde edinilen bilginin yeni bir olgu karşısında yetersiz kaldığının anlaşılması durumunda bilimde sıçramaların ortaya çıkabileceğini öne sürer. Bu sıçramaları da "paradigma" tanımındaki değişimlere bağlar.

Soğuk savaş döneminde bilimin gelişimi ile ilgili bu tartışmalar başka bir boyuta taşınmıştır (Feyerabend, 1991; Hessen, 2016; Robinson, 1948). Süper güçler kendi çıkarlarına uygun olan teknolojik gelişmeleri önceleyen bir doğrultuda bilime yön vermeye çalışmışlar ve dünya coğrafyasındaki ülkeleri bilim ve teknolojiyi manipülasyon aracı olarak kullanarak kendi egemenlik havzalarına katma yarışına girmişlerdir. Örneğin, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO) verilerine göre 1970 yılında 500 bin dolayında olan uluslararası öğrenciler, on beş yıl içerisinde 1 milyon 803 bine çıkmıştır ve bu ülkelerin başında da ABD gelmektedir (Chorafas, 1970; Kurtuluş, 1999). Doksanlı yıllarda soğuk savaşın sona ermesiyle birlikte bilimde çok merkezliliğin başladığı ve süper güçlerin bilimdeki hegemonyasının yerine özellikle, uluslararası şirketlerin yüksek teknoloji arayışını karşılamaya çalışan, uluslararası araştırma merkezlerinin geçtiği görülmektedir.

1950'li yıllarda başlayan Türkiye'deki fizikçilerin, katı bir pozitivizmi temsil eden "kuram, evrenin işleyiş yasalarının mutlak bir keşfidir" anlayışıyla başlayan serüveni, daha çağdaş bir yaklaşım olan "zihnin bir ürünü olan kuram oluşturma" anlayışına dönüşmüş, sonra da "çeşitlilik ve deneme-yanılma" üzerinden paradigma anlayışına evrilmiştir (Lakatos ve Musgrave, 1992).

Bu sürecin bir sonucu olarak, yıllar içerisinde Türkiye'de bilgilenme ihtiyacını karşılamak isteyen bilim insanının rolünde değişimler olmuştur. Bu rol, önce kendi düşünce gücüyle tek başına çalışan "yetkin bilge adam" imajıyla başlamış, ardından, laboratuvarlarda ortak kullanılan cihazlarla çalışan "bilim insanı" tanımına dönüşmüş, sonunda çok pahalı entegre cihazların bulunduğu uzmanlaşmış büyük bir gruba ait laboratuvarlarda çalışan "teknik (siborg) insana" evrilmiştir.

Bilim insanlarının ileride nasıl bir dönüşümle karşılaşacağı tartışmaları soğuk savaş dönemiyle başlamıştır. Günümüzde, bilim insanının yeniden tanımlanması önerileriyle bu tartışmalar hala devam etmektedir. Bunlardan biri de post-fizikçi manifestosu ile ele alınan çalışmadır (Akdeniz, 2007). Bu manifesto, yüksek teknolojiye bağımlı büyük grup içerisinde çalışan (siborg) bilim insanları ile bu araştırmaların dışında alternatif arayışlarla bunları sorgulayan (post) bilim insanlarının gelecekteki ayrışmasını ele almıştır.

Bu çalışmada, bilim sosyolojisi söyleminden doğa bilimleri (fizik, kimya ve içerisinde biyolojiyi de kapsayan temel tıp) ve mühendislik kastedilmektedir. Kendimizi bu çerçeveye sınırlandıracaktır. Bu çerçeve içerisinde eleştirel düşünce sadece söylemlerle oluşturulamaz, çünkü

üretilen fikirlere en büyük eleştiriyi ilk olarak doğa yapmaktadır. Günümüzde temel bilimlerin araştırma yöntemlerinde ve bunlarla uğraşan bilimsel topluluğun kendi iç organizasyonunda tekrardan yeniliklerin ortaya çıktığı süreçle karşılaşmaktayız. Bunun sonucu olarak, temel bilimlerle bilimsel topluluk arasındaki ilişkilerin gittikçe karmaşıklaştığı bir süreci yaşamaktayız.

Bilim Sosyolojisi Tartışmalarında Yeni Bir Çatallanma Belirtisi

Bilim dünyasında yukarıdaki tartışmalar sürerken, 2019 yılının başında Nature dergisinde, geçen yüzyıldan bugüne bilim sosyologları ve felsefecilerinin bilimin sağlıklı gelişimi ve dönüşümü üzerine yaptıkları tartışmalardan farklı olarak, son gelişmelere ışık tutacak bir makale yayınlandı (Wu, Wang & Evans, 2019). Bilimin gelişimi üzerine yapılan tartışmalara yeni bir boyut getiren bu çalışmada, 1954-2014 yılları arasında yayınlanan 65 milyondan fazla makale, patent ve yazılım ürünü taranarak ortaya çıkan sayılardan elde edilen grafikler analiz edilmiş ve bazı sonuçlar sunulmuştur. Nature dergisinde yayınlanan çalışma bilim sosyolojisinde yeni bir yol ayrımına gelindiğinin işaretlerini taşımaktadır. Bu yol ayrımı, bilim sosyolojisi hakkında yukarıda bahsedilen dönemlerden tamamen farklı bir yöntem izlemektedir. Bu yöntemin sonucunda yeni kavramlar ortaya çıkmıştır.

İlk ikisi Chicago Üniversitesi Sosyoloji Bölümü'nünden, diğeri Northwestern Üniversitesi İşletme Bölümü'nden olan araştırmacılar tarafından yazılan bu makalede, niteliksel bilgilerin nasıl niceliksel bilgilere dönüştürüleceğinin bilgisi seçtikleri iki makale üzerinden örneklendirilmektedir. Birinci seçilen makale dağıtıcı/yıkıcı tarzdaki çalışmaya örnektir ve “kendi kendine organize olan sistemler” hakkında bir analiz yapan (yazarların baş harfleriyle verilen) BTW modeli olarak bilinir (Bak, Tang & Wiesenfeld, 1987). Bu makale üç yazarlı olması nedeniyle küçük grup çalışmasının da bir örneğidir. Diğer seçilen makale geliştirici tarzdaki çalışmaya örnektir ve “Bose-Einstein yoğunlaşmasını” konu edinen (bu nedenle Wolfgang Ketterle'ye 2001 yılında Nobel Fizik ödülü kazandıran) bir çalışmadır (Davis, Mewes, Andrews, Van Druten, Durfee, Kurn & Ketterle, 1995). Bu makale yedi yazarlı olması nedeniyle, aynı zamanda büyük grup çalışmasına bir örnektir. Bu iki makale, sadece kaynak gösterilme sayısı açısından değil, aynı zamanda önerilmiş veya çözülmüş bilimsel problemler açısından da aralarındaki farkı yansıtmaktadır. Bu fark, bilimsel fikirlerin yıkıcılık biçiminde ya da geliştiricilik biçiminde seçeneklere yol açabileceğidir. Böylece, BTW modeli yeni bir araştırma alanının ortaya çıkmasını sağlarken, diğeri Bose-Einstein yoğunlaşma kuramının deneysel olarak gerçekleştirilmesini sağlamıştır.

Kullanılan grafik ve tanımlamalara bakarak Nature makalesinde kullanılan yöntemleri kabaca dört kısma ayırabiliriz. Birincisi, D sembolüyle gösterilen “Dağıtıcılık” tanımlanmıştır. Makalede kullanılan “disrupt” ve buna ait nicelik matematiksel bir bağıntıyla verilmektedir ve bu değişken “Disruption” sözcüğünün baş harfiyle tanımlanmıştır. Bu sözcüğün Türkçe karşılığını yıkıcı, dağıtıcı veya bozucu sözcüklerinden birisi olarak alabiliriz. Matematiksel bir kavramın bir tek sözcükle karşılanması ve teknik bir deyim dönüşürülmesi gereklidir. Bu nedenle, her iki dilde baş harfinin aynı olması kolaylık sağlayacağı için deyimnin Türkçe karşılığı olarak “Dağıtıcılık” sözcüğünü kullanmayı tercih edeceğiz. Bir makalenin hesaplanan dağıtıcılığı; $0 < D < 1$ aralığında kalıyorsa, yıkıcı makale olarak, $D=0$ olması durumunda nötr makale olarak, son olarak $-1 < D < 0$ aralığında olanları da geliştirici makale olarak tanımlanmıştır.³

³ Dağıtıcılık={Geliştirici, Yıkıcı} olarak verilen yeni kavramlar, 1970'li yılların ortasında matematik ve fizikte lineer olmayan yaklaşımları içeren dinamik sistemler (kaotik veya karmaşık sistemler) teorisindeki kavramlara şematik olarak benzemektedir. Dinamik sistemler, değişimlerin otonom eşitliklerle ifade edildiği *akış (flow)* ve tekrarlama bağıntılarıyla ifade edildiği *yol haritası (map)* olarak verilir. Akış veya yol haritasının davranışı hakkındaki niteliksel bilgi, λ sembolüyle gösterilen Lyapunov üstelinden elde ederiz. Sistemi oluşturan dış parametreler değiştirildiğinde, bazen sistemin niteliksel özelliği tümüyle değişmektedir. Sosyal bilimlerde kullanılan *Dağıtıcılık (D)* ile temel bilimlerde kullanılan *Lyapunov üsteli*

Nature dergisinde yayınlanan çalışmada, büyük bir makale yığını içerisinde incelenen herhangi bir makalenin dağıtıcılık niceliği hesaplanmış ve grafikleri verilmiştir. Örneğin, 1900-2014 yılları arasında WOS dergilerinde yayınlanmış olan 25,988,101 makaleden 104 tanesinin dağıtıcılık niceliği ($0 < D < 1$) tanımlanan aralık içerisinde kaldığı için yıkıcı olarak adlandırılan niteliğe sahip olurken, 86 tanesinin dağıtıcılık niceliği ($-1 < D < 0$) tanımlanan aralık içerisinde kaldığı için geliştirici olarak adlandırılan niteliğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Makale yığını içerisinde özel örnek olarak alınan BTW modeli ve Bose-Einstein çalışmasının hesaplanan dağıtıcılık değerleri de hesaplanmıştır. Bu makalelerden Bose-Einstein yoğunlaşma çalışmasında $D=-0.58$ (geliştirici) ve BTW modelinde $D=+0.86$ (yıkıcı) olarak bulunmuştur. Yıkıcılığı, $D=0$ civarında olan makaleler, geliştirici veya yıkıcı makaleleri onaylayan türde sıradan makalelerdir. Ancak, nötr makalelerin küçümsemeyeceğimiz en önemli özelliği veya itici gücü yapılan deneylerin sonuçlarıyla doğa bilimlerindeki “tüme varım” mekanizmasını oluşturmada saklıdır.

İkinci olarak, araştırma makalesinin başlıklarındaki ayırt edici sözcükler (fiil, isim, zarf ve edatlar) için istatistik tutularak r frekans oranları elde edilmiştir. Tüm zamanlar için izlenen makaledeki sözcüklerin yığın içerisindeki frekansları tesbit edilmiş. Sonra da, frekans oranlarına (r) karşılık dağıtıcılık (D) grafikleri verilerek bütünü görmemiz sağlanmıştır. Üçüncü yöntem, hesaplanan r niceliğinin $r > 0$ olması durumunda yıkıcı makale ve $r < 0$ olması durumunda geliştirici makale olarak nitelendirilmesidir. 1954 ve 2014 yılları arasında basılmış 24,174,022 makalenin başlıkları incelenmiştir. “BTW modeli” ve “Bose-Einstein yoğunlaşması” makaleleri (Bak et. al., 1987; Davis et. al., 1995) ile ilintili 1,033,879 ayırt edici sözcük elde edilmiş, bu sözcükler yazım türü ve içeriklerine göre gruplandırılarak makalelerin yıkıcılığı ve geliştiriciliği hakkında bilgi edinilmiştir.

Dördüncü yöntem yıllara bağlı olarak makalelerdeki yazar sayısının değişiminin incelenmesidir. İlk üç yöntem, grup çalışması, teknik donanım ve dijital büyük veri yığını gerektirmektedir. Ayrıca, makalelerin sonunda alanyazının listelendiği referanslar kullanılarak D niceliği hesaplanmaktadır. Hâlbuki kongre kitapçıklarındaki bildirimlerde çok nadir olarak referans kullanılır. Bu nedenlerle kendi çalışmamızda sadece dördüncü yöntemi kullandık. Bu çalışmanın bir

(λ) benzer işlevi görür. Hesaplanan λ (veya D) değerlerinin hangi tanım aralığı içerisinde olduğuna bakılarak, sistem hakkında niteliksel bilgi elde edilir. Üç tanım aralığı üç karakteristik özelliğe karşılık gelmektedir:

a) λ değeri sıfırdan küçükse, sistem iki tür davranış gösterir. Birincisi, sistem sabit bir noktaya doğru çekilir. Bu durum, akışlar için *noktasal çeker* (*attractor*), yol haritaları için *sabit nokta* (*fixed point*) olarak adlandırılır. İkincisi, sistemin yörüngesi kendisini kesmeyecek biçimde başladığı noktaya dönmesidir (çember gibi). Sistem hangi noktadan başlarsa başlasın sonunda bu kapalı yörüngeye (*limit cycle attractor*) kendisini kenetler ve hareket bu yörüngede devam eder. $\lambda < 0$ olması durumunda sistemin niteliksel bilgisi *kararlı* olması biçiminde tanımlanırken, sosyal bilimlerde D 'nin $-1 < D < 0$ aralığında kalması *geliştirici* olarak nitelendirilir.

b) $\lambda = 0$ veya $D = 0$ değerine karşılık gelen sistemin niteliksel bilgisi *nötr* olarak tanımlanmıştır. Sistemin bütün parçalarının kendi kendini organize etmeye başlama sınırını göstermektedir. Sosyal sistemlerde bu olgunun *zuhur* (*emergence*) olarak adlandırılması yaygınlaşmaktadır.

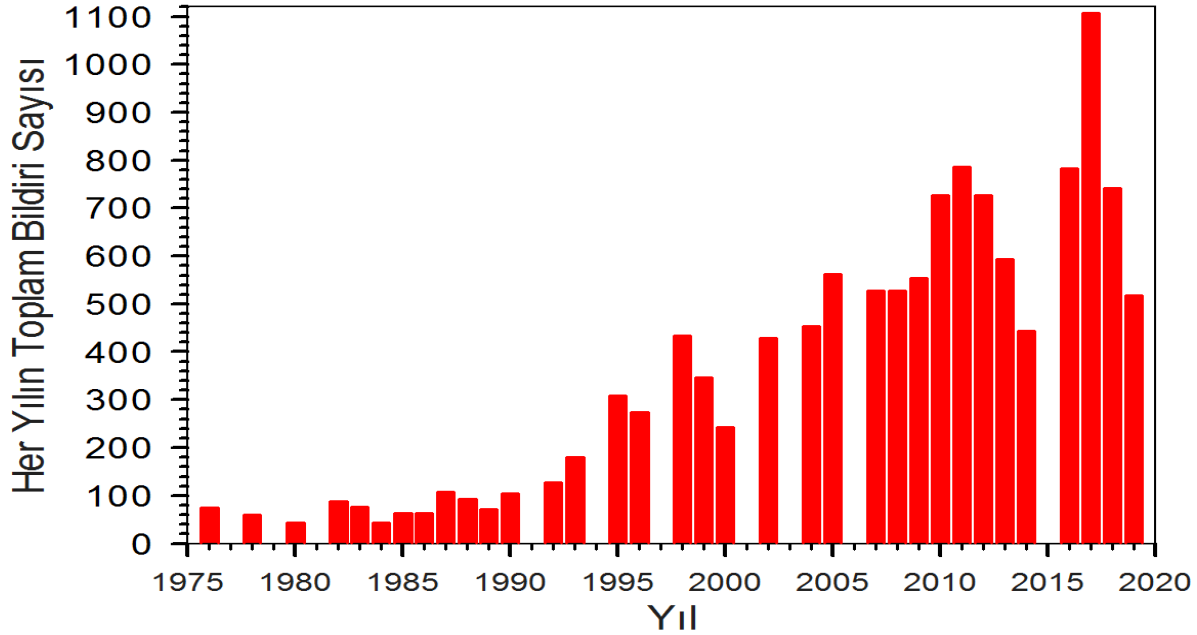
c) λ sıfırdan büyükse, sistemin eğrisi birden çok fazla sayıdaki çeker noktaları etrafında ve rastgele (düzensiz) sırada geçmeye başlar. Sistem, a) kısmındaki gibi bir çekere (ya da lidere) sakin olmadığı halde, dağılıp parçalanmadan tutarlı bir bütünlük içerisinde davranır. Bu nedenle, sistemin karakteristik özelliğini veren olguya *tuhaf çeker* (*strange attractor*) ismi verilmiştir. Her bir parça bütünün içerisinde kalmasına rağmen özgürce kendi davranışını seçer. Sistemin niteliksel bilgisi *kaotik* veya *karmaşık* olarak tanımlanır. Sosyal bilimlerde D 'nin $0 < D < 1$ aralığında kalması durumu *yıkıcı* nitelemesiyle adlandırılır. İnnovasyon sözcüğü a) ve c) durumlarının aşırı uçlarını, yani hem geliştiriciliğin, hem de yıkıcılığın uç kısımlarını temsil etmek için üretilmiş yeni bir kavram olduğu unutulmamalıdır. Henüz yeni bir sözcükle Türkçe karşılığı üretilmemiş, ancak kullanımda olan eski sözcüklerden (yenilikçilik, yaratıcılık) herhangi birinin kullanılması üzerinde de bir uzlaşma sağlanamamıştır. Keşif ya da buluş (*discovery*) sözcükleri sadece a) durumuna karşılık geldiği için, kapsayıcı değildir ve artık sık kullanılmamaktadır.

başka önemi de, ülkemizde fizik bilim alanında kongre ve sempozyumlarla ilgili geçmişe dönük dijitalleşme boşluğunun olmasıdır.

Veri Toplama ve Yöntem

Bu çalışmamızda, (Wu et. al., 2019)'de bilim sosyologları tarafından ortaya konan ilginç sonuçlardan esinlenerek, Türk Fizik Derneği'nin 1976 yılından 2019 yılına kadar yaptığı 35 kongrede verilen özet kitapçıklarının uzun uğraşlar sonucunda topladık (Sünel, 2021). Söz konusu kaynakları sadece dördüncü yönteme göre inceleyip, yapacağımız analizde kullanacağımız verileri ayırdık.

TFD kitapçıları, düzenleme kuruluna bağlı olarak yıllara göre değişik biçim ve tarzlarda basılmıştır. Son yıllardaki kitapçıklar dışında, kitapçıkların basımında belirli bir standart içerik tarzı yoktur. Bildirileri, son on yılda basılan kitapçık tarzına paralel olarak üç başlık altında toplayabiliriz: Çağrılı Bildiriler, Sözlü Bildiriler ve Poster Bildiriler. Kongreye özel davetle çağırılan yazarların sunduğu Çağrılı Bildiriler genellikle tek yazarlıdır. İncelemede yanıltıcı sonuçlara neden olacağı için bu bildiriler verilerin içerisine dâhil edilmedi. 43 yıllık bir süre içerisinde ortaya çıkan Sözlü ve Poster bildirilerinden oluşan toplam 12, 287 veri üzerinde çalıştık. Her bir veriyi yıllara göre ve araştırmacı sayısına göre gruplandırarak çizelgeleri oluşturduk. Daha sonra da bu gruplandırmalar üzerinden çeşitli grafikler elde ettik. TFD bildirileri bazında elde ettiğimiz bu grafiklerden bazı analizler ve yorumlar yaptık. Türkiye'deki araştırmaların yıllar içerisinde büyük ve küçük grupların araştırmacı sayısına göre değerlendirmesini ortaya koyduk.



Şekil 1. Her TFD kongresindeki toplam bildiri sayısının yıllara göre değişimi

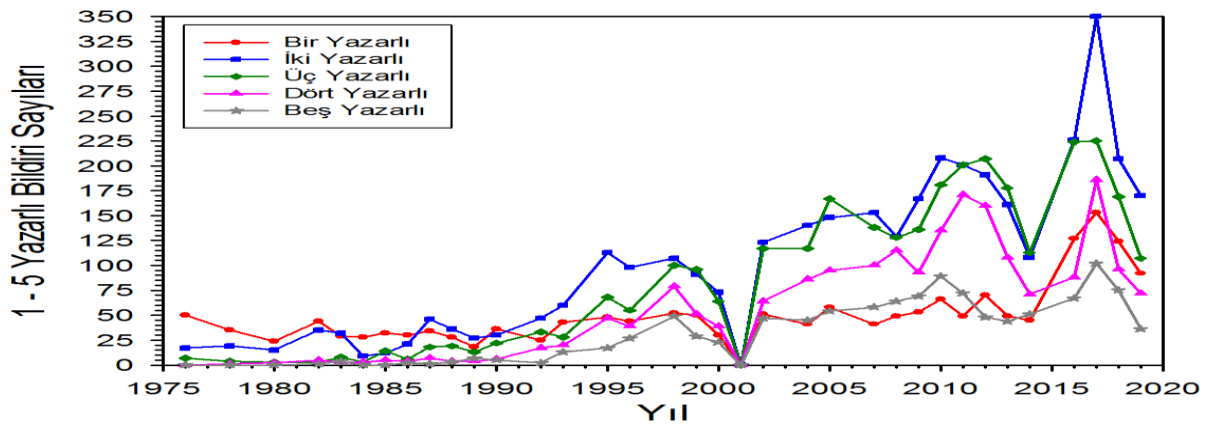
Türkiye'deki bilim dünyasının ileride gelebileceği durumu saptayabilmek için sınırlı dahi olsa 1976 yılından bu yana, Şekil 1'de görülen grafikteki gibi sürekli bir artış arz eden Türk Fizik Derneği kongrelerinde her yıl sunulan toplam bildiri sayılarının incelemesinin bir ölçek olabileceğini düşündük. Şekilde bazı yıllar için görülen boşluklar, TFD kongresinin yapılmadığı yılları göstermektedir. Bu yılların 1977, 1979, 1981, 1991, 1994, 1997, 2001, 2003, 2006 ve 2015 olduğu görülmektedir. TFD kongre kitapçıklarının sıralamasına bakıldığında TFD-20 kongresinin 2001 yılında yapıldığı anlaşılmaktadır.⁴ Yani, 1976 yılından beri gelen 43 yıllık TFD kongreler sürecinde

⁴ Kitapçıkların ve kongrelerin sıralamasına bakıldığında 2001 yılında TFD-20 Kongresi yapılmış olduğu açıktır. Bu kongre kitapçığı bütün uğraşımıza rağmen elde edilemedi. Bu nedenle grafiklerde 2001 yılına ait veriler sıfır olarak görülmektedir.

yukarıda belirtilen yıllarda dokuz kez kongre yapılmadan atlanılmıştır. Ancak, Türkiye için zor yıl olarak bilinen 12 Eylül 1980 askeri ihtilalinin olduğu yılda dahi TFD-3 Kongresi yapılmıştır. Şekil 1, bize fizik araştırmalarına verilen desteklerle orantılı olarak yayın sayısındaki artışla ilgili bir bilgi de vermektedir. TFD bildirimlerinin analizlerinden Türkiye'deki fizik araştırmalarında eski yıllara göre cihaza bağımlı araştırmaların arttığı ve konuların çeşitlendiği görülmektedir. Türkiye'de fizikçiler ulusal kurumlardan çok sayıda büyük projeye destekler almaktadır ve uluslararası araştırmalara ortak çerçeve programlarıyla katılmaktadır. Ayrıca, bu sonuç Türkiye'de yayınlanan raporlarla da uygunluk arz etmektedir (TÜBİTAK, 2017 & 2018).

Şekil 1'de verilen grafik yıllara bağlı olarak bir kongrede verilen sözlü ve poster bildirimlerin toplam sayısının değişimini gösterilmektedir. Grafikte bildirimlerin kaç yazarlı olduğu hakkında bir bilgi yoktur. Amacımıza ulaşmak için kongrelerin yapıldığı yıllara ait bildirimler hakkında daha detaylı bilgiye ihtiyacımız vardır. Bu nedenle, her kongre için bildirimleri yazar sayılarına göre tekrar ayrıştırdık. Bir yazarlı bildirimlerin sayısı, iki yazarlı bildirimlerin sayısı, üç yazarlı bildirimlerin sayısı ... on yazarlı bildirimlerin sayısı biçiminde bildirimleri yeniden saydık. On bir ve daha fazla yazar sayısı olan bildirimleri, on yazarlı bildirimlerin sayısına ekledik. Bir grafik üzerinde on adet eğriyi çizmek, yıllara göre değişimi rahatça görmemizi kolaylaştırmaz. Bu nedenle verileri, yıllara göre 1-5 yazarlı bildiri sayılarının değişimi ve 6-10 yazarlı bildiri sayılarının değişimi olmak üzere iki kısma ayırdık. Her iki kısma ait veriyi ayrı grafiklerde gösterdik.

Şekil 2'de kongre yapılan yıllara göre 1-5 yazarlı bildirimlerin sayılarındaki değişim görülmektedir. Grafikten görüleceği gibi bütün kongrelerde bir, iki ve üç yazarlı bildirimler sunulmuştur. Bunların dışında çok yazarlı bildirimler daha sonraki zamanlarda sunulmaya başlanmıştır. Grafikte, TFD-1 (1976) kongresinde yazar sayısına göre ayrılan bildirimlerin toplamının sıralaması, yazar sayıları sıralamasıyla (yani 1, 2, 3) aynı olduğu görülmektedir. Tek yazarlı bildirimlerin sayısı, 1983 yılında bir makale eksik olmasından dolayı ikinci sıraya düşmesini dikkate almazsak, TFD-1 (1976) ve TFD-9 (1986) yılları arasında birincilik sırasını korumaktadır. Tek yazarlı bildirimler TFD-9 (1986) kongresinden sonra, 1990 yılı hariç, artık birinci sıraya gelemeyecektir. İki yazarlı bildirimler, ilk defa 1983 yılında ve ardından TFD-9 (1987) kongresinden sonra çoğunlukla birinci sırada kalmışlardır. İki yazarlı bildirimlerin sayısı birincilik sırasını TFD-35 (2019) yılına kadar (1999, 2005 ve 2012-14 tarihleri hariç) sürekli olarak korumuştur. Üç yazarlı bildiri sayısı TFD-18 (2019), TFD-23 (2005) ve TFD-29 (2012) - TFD-31 (2014) tarihlerinde birinci sıraya yükselmiştir. Bu tarihlerin dışında, ilk zamanlarda üçüncü sırada yer alırken, 1993 yılından sonraki zamanlarda ikinci sırada yer almıştır.



Şekil 2. TFD kongrelerindeki 1-5 yazarlı bildiri sayısının yıllara göre değişimi.

Bu kongrenin Yunanistan fizikçileriyle ortak olarak Yunanistan'da yapıldığı bilgisini hem sözlü olarak duyduğumuzu, hem de Türkiye Fizikçileri Anı Kitabı'nda yazılı olduğunu belirtmeliyiz (Erbudak, 2005). Bunun yanı sıra, kongre kitapçığının basılmadığı bilgisini sözlü duyduğumuzu, ancak bu bilginin teyit edilmeye muhtaç olduğunu belirtmeliyiz.

Dört yazarlı bildiriyle ilk defa TFD-2 (1978) kongresinde karşılaşılmakta ve varlığını da daha sonraki tüm kongrelerde devam ettirmektedir. Dört yazarlı bildirilerin sıralamasına baktığımızda, TFD-17 (1998) tarihinden itibaren sıralamasının neredeyse üçüncü sırada sabit kaldığı görülmektedir. Aynı biçimde, beş yazarlı bildiriler ilk olarak TFD-8 (1986) kongresinde görülmekte ve varlığını daha sonraki tüm kongrelerde devam ettirmektedir.

Yazar sayılarına göre bildirilerin sıralamasını Şekil 2’de verilen grafikten takip etmek güçtür. Bir yazarlı, iki yazarlı, üç yazarlı, dört yazarlı ve beş yazarlı bildirilerin sayısını büyükten küçüğe bir çizelgede sıralamak işimizi daha kolaylaştırır. Her kongre için bu sıralamayı yaparsak, Tablo 1’i elde ederiz. Tabloda, 35 yıla ait tarihler tek bir satıra sığmadığı için beş satırda yazılmıştır. Altında ise bu tarihlere karşılık gelen sıralamalar görülmektedir. Sıralamada görülen 1, 2, 3, 4 ve 5 sayıları bildirilerin yazar sayısını göstermekte olup, bu sayıların dizilişi bildiri sayılarının büyükten küçüğe doğru azalışına göre yazılmıştır. Tabloda, verilen sıralamada “-” sembolü bildiri sayısının sıfır olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Yıla bağlı olarak 1-5 yazarlı bildirilerin sayılarının sıralamadaki değişimi.

Yıllar	1976	1978	1980	1982	1983	1984	1985
Sıralama	1,2,3,-,-	1,2,3,4,-	1,2,3,4,-	1,2,4,3,5	2,1,3,5,4	1,2,3,4,-	1,3,2,4,-
Yıllar	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993
Sıralama	1,3,2,4,5	2,1,3,4,5	2,1,3,4,5	2,1,3,4,5	1,3,2,4,5	2,3,1,4,5	2,1,3,4,5
Yıllar	1995	1996	1998	1999	2000	2001	2002
Sıralama	2,3,1,4,5	2,3,1,4,5	2,3,4,1,5	3,2,4,1,5	2,3,4,1,5	-, -, -, -, -	2,3,4,1,5
Yıllar	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Sıralama	2,3,4,5,1	3,2,4,1,5	2,3,4,5,1	2,3,4,5,1	2,3,4,5,1	2,3,4,5,1	2,3,4,5,1
Yıllar	2012	2013	2014	2016	2017	2018	2019
Sıralama	3,2,4,1,5	3,2,4,1,5	3,2,4,5,1	2,3,1,4,5	2,3,4,1,5	2,3,1,4,5	2,3,1,4,5

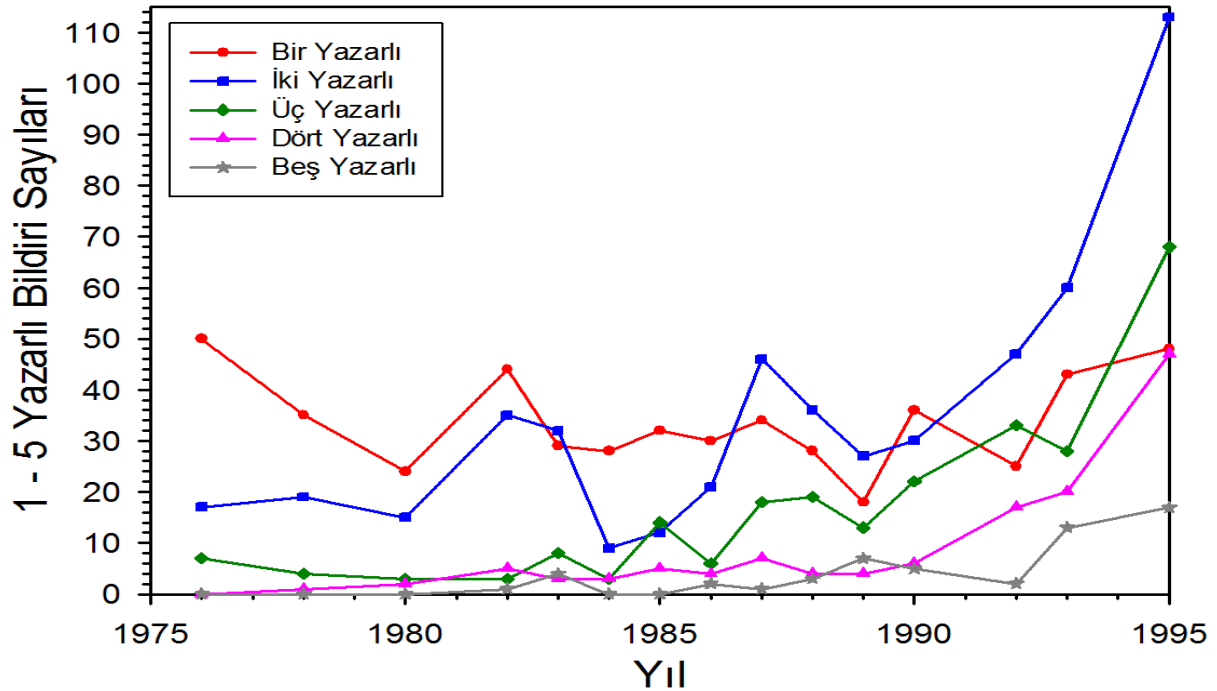
Tabloda 2007–2011 yılları arasında ardışık beş yıl boyunca 2,3,4,5,1 sayı örüntüsünün tekrarlandığını görüyoruz. Bu sayı örüntüsünün tekrar etmesi, bu yıllarda Türkiye ekonomisinin hızlı büyümesiyle ilişkisi olabilir. Söz konusu neden yüzeysel bir açıklama olabilir. Daha derin açıklamalar kongredeki çok yazarlı bildirilerin yazarlarının aynı kurumda ya da farklı kurumlarda olmalarına göre ayrıntılı incelenmesi gereklidir. Bir başka çalışmada bu inceleme yapılmaya çalışılacaktır.

Şekil 1’de ve Şekil 2’de TFD-1 (1976) ve TFD-12 (1992) arasında yapılan kongrelerde bildiri sayılarının sabit bir değerde kaldığı görülmektedir. TFD-13 (1992) yılından sonra hem bildiri sayısındaki artış, hem de sıralamadaki değişimin bu yıllardaki yeni üniversitelerin kurulmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir. Yeni kurulan bu üniversitelere gelen akademisyenlerin, geldiği yerlerdeki laboratuvarlarda bulunan cihazlara bağlılıklarını devam ettirmeleri sonucunda, bildirilerin çok yazarlı olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca, 1993-1994 yıllarında 20 civarında yeni üniversitenin açılmasının çok yazarlı bildiri sayısındaki artışa dolaylı bir başka etkisi vardır. O zamanın yasasına göre, Üniversite içerisinde Fen-Edebiyat Fakültesi’nin açılması zorunluydu. Daha sonraki zamanlarda bu zorunluluk kalkmıştır. Bu yasal zorunluluk, Fizik bölümlerinin kuruluşu sırasında çok sayıda araştırma görevlisinin işe başlamasını sağlamıştır. Bunlar, bölüm yöneticileri tarafından Yüksek Lisans ve

Doktora eğitimlerini yapmaları doğrultusunda zorlanmışlardır. Yine aynı dönemde, Yüksek Öğretim Kurumu tarafından bu üniversiteler adına yurtdışında eğitim almak için çok sayıda Yüksek Lisans ve Doktora öğrencisinin gönderildiğini de unutmamak gerekir.

Bildiri sayılarında keskin düşüşün görülmesini 2018 yılından sonra Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğindeki değişikliğe bağlayabiliriz. Kongre kitapçıklarına bakıldığında, özellikle 2019 yılında sözlü bildirimler kısmen aynı kalırken, poster bildirilerin sayısı hızla azalmış durumdadır. Sayıdaki azalış, bu yıldan itibaren poster bildirilerin teşvik yönetmeliğinden çıkarılması ile açıklanabilir.

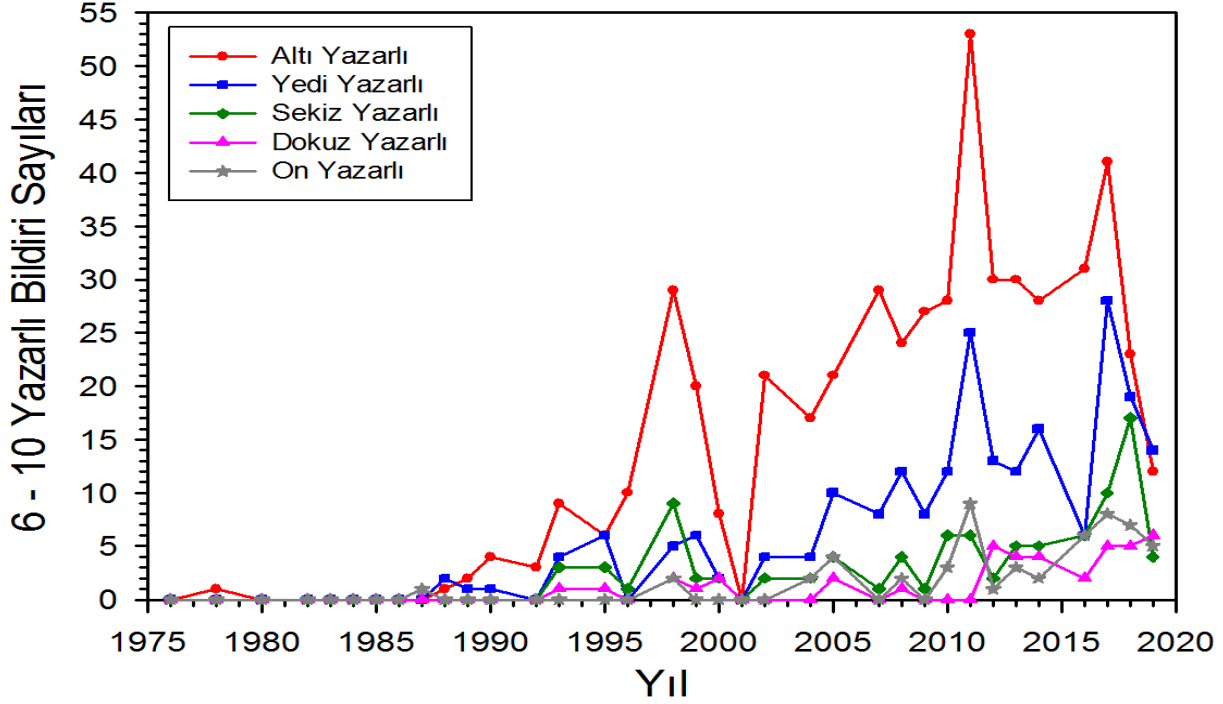
Şekil 3'te TFD-1 (1976) ve TFD-12 (1992) yılları arasındaki değişim daha ayrıntılı olarak görülmektedir. Türkiye'nin Cumhuriyet sonrası yurt dışında yetiştirdiği uluslararası tanınmış Fahir Yeniçay, Sait Akpınar, Fikret Kortel, Feza Gürsey, Asım Orhan Barut ve Erdal İnönü, gibi fizikçi kuşağından sonra gelen ve onların motive ettiği birçok yeni fizikçi kuşağı ortaya çıkmıştır. Şekil 3'te görülen TFD kongrelerinin ilk etkinlikleri, günümüzde hepsi emekli olan bu fizikçi kuşağının ürünüdür.



Şekil 3. Yirmi yıl boyunca TFD'yi kuran ilk kuşağın yapılan 15 kongredeki etkinlikleri

Şekil 4'te 6-10 yazarlı bildiri sayısının yıllara göre değişimi görülmektedir. Altı ve daha büyük grupların ortaya çıkışı bu grafikten takip edilebilir. Sürekliliğe sahip olmadığı için 1978 yılındaki altı yazarlı bir tane ve 1987 yılındaki on yazarlı bir tane bildiriye göz önüne almalıyız. Bu durumda, altı ve yedi yazarlı bildirimler 1988 yılından itibaren görülmeye başlamaktadır. Sekiz ve dokuz yazarlı bildirimler 1993 yılından itibaren görülmeye başlamaktadır. Zaman ilerledikçe, çok yazarlı bildirimlerin sayılarının artması, "hem gruplardaki araştırmacı sayısının arttığı, hem de büyük grupların çeşitlendiği" tezimizi doğrudan desteklemez. Aynı grubun bildiri sayısının artırması da Şekil 4'te görülen sonuçları verebilir. Ancak, bu tezin kanıtlarını, kongre kitapçıklarındaki çok yazarlı bildirimleri sunan isimlerin kurum adresleri incelendiğinde buluyoruz. Kongre kitapçıklarındaki yazar adresleri incelendiğinde, büyük grupların ilk başlarda büyük şehirlerde bulunan köklü üniversitelerde ortaya çıktığı ve zaman içerisinde taşrada bulunan üniversitelerde büyük grup oluşum anlayışının yayıldığı (yani çeşitliliğin arttığı) görülmektedir. TFD-20 Kongre kitapçığına (Yunanistan'da yapılan) ulaşılmaması nedeniyle 2001 yılındaki veriler sıfır olarak kabul edildiği için Şekil 2'de görülen tüm eğrilerde bu tarihte olana

kesiklik Şekil 4'te de görülmektedir. Ayrıca, Şekil 2'de verilen grafiğin son iki yılında 1-5 yazarlı bildiri sayısındaki azalmanın açıklanmasının, 6-10 yazarlı bildirilerin sayısının yıllara göre değişimini veren Şekil 4'teki grafik içinde geçerli olduğunu görüyoruz.



Şekil 4. TFD kongrelerindeki 6-10 yazarlı bildiri sayısının yıllara göre değişimi

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Şekil 2'de ve Şekil 4'te 1990'lı yıllardan sonra iki veya üç yazarlı bildirilerin sayısının artarak birinci ve ikinci sıraya oturduğu, ardından daha çok yazar ismi olan bildirilerin ortaya çıktığı, bunların sayısının gittikçe artırdığı ve sıralamalarda öne geçtiği gözlenmiştir. Yayınlanan bildiriler ile grup çalışmaları birbirleriyle ilişkilidir. Bütün bu değişimler, Türkiye'de fizik bilimi alanında çalışan araştırmacıların birbirlerinden ayrılmaya başladığı bir kırılma veya dallanma noktasının olduğu dönemsel tarihleri göstermektedir.

Çatal biçiminde olan bu dallanma, "Türk fizikçileri topluluğunda niteliksel bir değişimin var" olduğunun yadsınamaz bir göstergesidir. Niteliksel değişimin birçok kavramla ilişkisi vardır. Bu kavramları ülkenin gelişmişlik/zenginleşme düzeyi, milletçe teknoloji üretmeye olan açlık, Türkiye'de bilim ve teknolojiyi geliştirmeyi hedefleyen geniş araştırma gruplarının varlığı, bilginin niceliksel artışına bağlı olarak bugünkü bilim insanlarının uzmanlaşmaya olan ihtiyacı, ekonomi politikalarındaki yapılan bilinçli seçimler, bilim politikasındaki yeni yönelimler, bilimsel projeleri parasal destekleyen kurumların amaçları, makalelerin atıf sayısını artıracak beklentisi, ülke güvenliği gibi dinamik parametrelerle ilişkilendirebiliriz. Söz konusu niteliksel değişim, araştırmacıların ve akademik kurumların, geliştirici ($D < 0$) özellikteki büyük bir grup oluşturacak biçimde yeniden yapılanmalarına sebep olmaktadır.

Bu dallanmanın bir kolunu büyük gruplar, diğer kolunu küçük gruplar oluşturmaktadır. Araştırmacı sayısı çok olan büyük grup çalışmaları bilim ve teknoloji geliştirmeyi ($D < 0$) hedeflemektedir. Bu grubun bir üyesi laboratuvara girdiğinde yüksek teknoloji ürünü cihazlara bağlılığı nedeniyle siborg bir fizikçiye dönüşmekte, uzmanlaşmış olduğu alanda kazandığı bilgi nedeniyle öngörüsüne değer verilmekte, bu insanların bazıları grup içinde mentor veya yeni tip liderliğe kabul edilmektedir. Bu tür araştırmacıların çoğu, entellektüel kişiliğine yatırımı ihmal ettiği

için, laboratuvarından çıktığında adeta toplumdaki sıradan ortalama bir insana dönüşmektedir. Son yıllarda Türkiye’de de bilim anlayışının teknoloji anlayışına dönüştüğünü ve bilim sözcüğünün teknoloji sözcüğü ile eşdeğer kullanıldığını yaygın biçimde zaten görüyoruz.

Büyük ve küçük grup ayrımının ortaya çıkmasıyla birlikte, bunun gizli beyin göçünü tetiklemeyle ilişkili olduğunu da zannediyoruz. Gelişmekte olan ülkelerin geçmişten beri ortada olan sorunlarından birisi, kıt imkânlarla yetiştirdiği insan kaynaklarının gelişmiş ülkelere eğitim amaçlı veya iş bulma amaçlı gittikten sonra geriye dönmemeleridir. Bu fiziksel beyin göçünün yanısıra, son yıllarda gizli beyin göçünün de ortaya çıktığı görülmektedir. Mühendis ve bilim insanlarımız kendi ülkelerinde ortaya çıkan uluslararası birçok şirkette veya onların teknolojiyi geliştirme amaçlı AR-GE laboratuvarlarında çalışmaktadırlar. Gizli beyin göçü anlamına gelen bu istihdam gittikçe artmaktadır. Gün geçtikçe özel ve kamuya ait bu AR-GE merkezlerinin sayısında hızlı bir artış vardır.

Bütün bunlara karşılık, bazı araştırmacılar bahsedilen niteliksel değişimlere farklı tepkiler vererek küçük gruplar biçiminde ayrık kalmaktadır. Küçük gruplar, büyük grupların aksine sorgulama ve yorumlamada daha özgürce davrandıkları, rahatsız edici fikirlerde (yıkıcı, $0 < D$) daha kolay uzlaştıkları, geçmişi ve önyargıları daha derinden gözden geçirdikleri, fikirleri daha çabuk toplayıp harmanladıkları, popüler olmada risk aldıkları ve daha cesur davrandıkları görülmektedir. Bu grubun elemanları, insanın itirazcı tarafını ortaya çıkartarak varlıklarını sürdürmeye devam eden post fizikçilerden oluşmaktadır ve ileri teknoloji cihazlarına daha az gereksinim duymaktadırlar.

Son olarak, büyük ve küçük araştırma gruplarının liderlik yapılarını üçüncü dipnot ile verilen bilgiler çerçevesinde nitelendirelim. Dipnotta a) seçeneğinde $D < 0$ (veya $\lambda < 0$) olmasını noktasal çeker veya çevrimsel çeker kavramıyla ilişkilendirilmişti. Burada noktasal çeker, daha çok toplumun bireylerinin değerlerini oluşturma sırasında, insani değerleri ideal değerler olarak nihai hedef göstermesiyle ilişkilidir. Modernizm, bu etik hedefler üzerinden bir ömür boyu sürecek insanın olgunlaşma ve üstün insana dönüşmesi üzerinden toplumun öngörülebilir kontrolünü sağlamaya çalışmaktadır. Ancak modernizmin aşılına başlandığı günümüzde bu ideal insani değer sistemi önemini yitirmiştir. a) seçeneğinin ikinci çekeri çevrimsel çeker olmasıydı. Bu çeker modeli, büyük grubun organizasyon yapısına ve liderlik anlayışına uygun düşmektedir. Merkezde, tüm yetkiyi ve sorumluluğu elinde bulunduran bir tane lider bulunmaktadır. Merkez noktasına, eşit ya da eşit olmayan belirli bir mesafede çevrilerek kapatılmış diğer noktalar bulunmaktadır. Bu çevrimsel noktalar, grubun lideri dışındaki elemanlarına karşılık gelmesine benzetebiliriz. Grubun elemanları, birbirleriyle etkileşmek yerine liderle etkileşmektedirler. Elemanlar liderin verdiği görevlerle uğraşırlar ve sorumlulukları bununla sınırlıdır. Bu nedenle geçmişten beri üzerinde çalışılan konu ya da teknolojiyi geliştirmekte uzmanlaşmışlardır. Üçüncü dipnotta c) seçeneğinde $D > 0$ (veya $\lambda > 0$) olması tuhaf çeker olarak adlandırılmıştı. Bu çeker modeli, küçük grubun organizasyon yapısına daha uygundur. Tuhaf çeker kavramında, başat bir nokta, yani lider bulunmamaktadır. Bütün noktalar birbiriyle çok sıkı ilişkilidir, aynı zamanda tüm noktalar otonomdur. Herkesin gönüllü olarak katılımıyla grup oluşturulmaktadır ve grubun elemanları birbiriyle çok sıkı etkileşim (nonlineerliği ortaya çıkartan etki) içerisindedir. Grup üyelerinden kimin aklına bir fikir gelirse, geçici olarak o grup lideri olmaktadır. Böylece, bir süreliğine de olsa, herkes grup lideri olabilmektedir. Bu nedenle, küçük gruplar bir problem üzerinde çalışırken geçmişte hiç bahsedilmeyen şaşırtıcı çözümlerde veya önerilerde bulunabilmektedir.

Büyük ve küçük araştırma grupları oluşumuyla birlikte, bu gruplar arasında rekabetin başladığı da görülmektedir. Grafiklere bakıldığında, büyük araştırma gruplarının oluşturduğu bilim insanlarının eleman sayısı gittikçe artarken küçük grupların sayısının küçük kalmaya devam ettiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, bildiri kitapçıklarındaki yazar adreslerine bakıldığında, büyük araştırma gruplarının çeşitliliği hızla artarken, küçük araştırma gruplarının çeşitliliği yavaş biçimde

azaldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak büyük araştırma gruplarının yayın sayısı da çok hızlı artmaktadır. Türkiye özelinde bu çalışmayla ortaya koyduğumuz tespitlerden birisi budur. Rekabet, büyük araştırma grubu lehine gün gittikçe artmaktadır.

Nature'de yayınlanan çalışmada, bilimin sağlıklı gelişmesi için gruptaki farklılığa ihtiyaç olduğu ve bu nedenle gruplar arasındaki çeşitliliğin ve dengenin korunması gerektiği sonucuna varılmıştır (Wu et. al., 2019). Fizik topluluğu için Türkiye'de bu dengenin bozulduğunu görüyoruz. Günümüzde bilim ve teknolojide geline noktaya bakıldığında, ortaya çıkacak olan bilimdeki sağlıksız bir gelişmenin insanlığın geleceği için girişte vermiş olduğumuz Boris Hessen'in ifadesinden daha yıkıcı olacağı açıktır.

Bütün dünyada büyük araştırma grupları ile küçük araştırma grupları arasında dengeyi bozan bir eğilim daha vardır. Günümüzde, bilim insanının ve grupların akademik dünyada yer edinebilmesi yayınladığı makale sayısı ile ölçülmeye başlamıştır. Çığ gibi büyüyen alanyazın karşısında, uzmanlık alanlarında yayınlanmış makale özetlerini bile takip etmek zorlaşmıştır. Konularındaki hâkim düşünceleri şekillendiren belirli sayıdaki akademik dergi yayınevlerinin editörleri karşısında birçok akademisyenin tavrı bu hâkim düşüncelere uygun çalışmalar yapmaktır (Yılmaz, 2017). Bunun yolunu da büyük grup içerisinde kalarak bulmaktadır.

Bu dengesizliğe neden olan dolaylı parametrelerin arasında etik değerlerin aşınmasının önemli bir yerinin olduğunu da vurgulamalıyız. Özellikle üniversitelerde, büyük araştırma grubu, Bölümün tüm görevlerini örtük biçimde yürütmeye talip oldukları görülmektedir. Post fizikçi tanımına giren öğretim üyeleri, akademik etkinliklerin karar verici organlarına girememekte, kendi kurumundaki ders dağılımlarından, lisansüstü ve doktora öğrencilerinin paylaşımına kadar kendisine düşen paydan yararlanamaz duruma düşmekte, yalnızlaştırılmaya ve yıldırmaya (mobbinge) tabi tutulmaktadır. Bu durum, araştırma faaliyetlerine yeni katılacak genç kuşakları büyük araştırma grupları içerisine çekmektedir. Büyük gruba bağlı araştırmacılar tarafından, kendi grupları dışındaki araştırmacıların fırsat eşitliğine sahip olmadığı dahi fark edilmemektedir. Fark edilse dahi, duyarsız kalınmaktadır.

Akademik kurumlarda, "geliştirici" nitelikteki araştırma gruplarının sayısında, bilimin yaratıcı araştırmalardan mahrum olmaması için "yıkıcı" niteliğiyle bilinen araştırma gruplarını yok edecek biçimde artmaması önemlidir. Büyük-küçük grupların sayısındaki dengenin bozulması Türkiye'nin gelecekteki bilim ekolojisinde fizikçilerin yaratıcı gücünü azaltacağı ve bu doğrultuda bir dengesizliğin dünyada sürdürülmesi durumunda insanlığın özgürleşerek dönüşmesi arayışlarında duraksama ortaya çıkaracağı kanaatindeyiz.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makale araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyularak kaleme alınmıştır. Grafiklerde kullanılan veriler herkese açık kaynaklardan toplanmıştır.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Makaleye iki yazar aynı oranda katkı sağlamış olup, başka yazar ve kuruluşların yazım sürecine desteği yoktur.

Teşekkür

Nature dergisindeki makaleden (Wu, Wang & Evans, 2019) bizi haberdar eden G. Çiğdem Yalçın'a teşekkür ederiz.

Çıkar Beyanı

Yazarların herhangi bir kişi ya da kuruluşla çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akdeniz, K. G. (2007). Post-fizikçi manifestosu. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, *Sosyoloji Dergisi*, 3(15) 31-39.
- Anlı, Ö. F. (2013). Bilim sosyolojisi ve Aydın Sayılı'da bilim tarihinin sosyolojik boyutu. *Dört Öğe*, 1(3), 41-61.
- Bak P., Tang, C., & Wiesenfeld, K. (1987). Self-organized criticality: an explanation of the 1/f noise. *Physical Review Letters*, 59, 381-384.
- Chorafas, D. N. (1970). *The knowledge revolution: an analysis of the international brain market*. New York: McGraw Hill.
- Davis, K. B., Mewes, M. -O., Andrews, M. R., van Druten, N. J., Durfee, D. S., Kurn, D. M. & Ketterle, W. (1995). Bose-Einstein condensation in a gas of sodium atoms. *Physical Review Letters*, 75, 3969.
- Erbudak, M. (2005). *Türkiye fizikçileri anı kitabı: Yitirdiğimiz hocalarımız ve anılar*. Derleme. Erişim: <http://fizikciler.info.tr/images/fizikciler/kitap2005/anilarRED.pdf>.
- Feyerabend, P. K. (1991). *Yönteme hayır: bir anarşist bilgi kuramının ana hatları* (A. İnam, Çev.). İstanbul: Ara.
- Hessen, B. (2016). Newton'un Principi'sının Toplumsal ve Ekonomik Kökenleri (E. Buğlalılar, Çev.). B. Balkız B. V. S. Öğüt (Eds), *Bilim sosyolojisi incelemeleri* (II. Bölüm, s. 65-141). İstanbul: Doğu Batı.
- Khun, T. S. (1991). *Bilimsel devrimlerin yapısı* (N. Kuyaş, Çev.). İstanbul: Alan. 3. Baskı.
- Kurtuluş, B. (1999). *Amerika Birleşik Devletleri'ne Türk beyin göçü* (s. 64). İstanbul: Alfa.
- Lakatos I. & Musgrave A. (1992). *Bilginin gelişimi ve bilginin gelişimiyle ilgili teorilerin eleştirisi* (H. Arslan, Çev.). Paradigma.
- Popper, K. R. (2018). *Bilimsel araştırmanın mantığı* (İ. Aka & İ. Turan, Çev.). İstanbul: Yapı Kredi. Sekizinci Baskı.
- Robinson, H. A. (1948). The challenge of industrial physics: The differing viewpoints of physicists in pure and applied research are discussed by an industrial physicist, *Physics Today*, 1(2), p. 4.
- Sünel N. (2021). *Türk Fizik Derneği Konferansları özet kitapçıklarının tümü üzerinde bir analiz çalışması*. Yayına hazırlanıyor.
- TÜBİTAK (2018). *Faaliyet Raporu 2017 & 2018*.
- Wu, L., Wang D., & Evans, J. (2019). Large teams develop and small teams disrupt science and technology. *Nature*, 566, 378-382.
- Yılmaz, K (2017). Boris Hessen ve Clifford D. Conner'ın bilim tarihine yaklaşımlarının incelenmesi. *Düşünme Dergisi/Journal of Thinking*, 10, 20-27.